효율적이고 확장성 있는 배치를 위한 통합형 USN 시뮬레이터

김현우, 김준호, 송은하, 정영식
원광대학교 컴퓨터공학과
e-mail:{khw0121, jjuN1204, ehsong, ysjeong}@wku.ac.kr

Integrated USN Simulator for Efficient and Extensible Deployment

Hyun-Woo Kim, Jun-Ho Kim, Eun-Ha Song, Young-Sik Jeong
Dept of Computer Engineering, Wonkwang University

요 약

IT기술의 급격한 발전을 토대로 유비쿼터스 사회로 변화함에 따라, USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술이 매우 활성화되어있으며 연구 분야로 주목을 받고 있다. 그러나 USN 환경 구축시 효율적인지 실험을 하기위해서는 상당한 시간 및 비용이 따르게 된다. 본 논문에서는 USN 환경을 GML로 구성하고, 장애물에 대해 Map Object 여부 설정을 통해 타겟 지역 설정뿐만 아니라, MSN(Mobile Sensor Node)과 FSN(Fixed Sensor Node)에 대하여 동적 및 다양한 정적 배치가 가능한 멀티형 시뮬레이터인 IS_WSN을 제안한다.

1. 서론

유비쿼터스는 '언제 어디에나 존재한다'는 뜻의 라틴어로 사용자가 컴퓨터나 네트워크를 자유롭게 장소에 상관없이 접속할 수 있는 환경을 말하며, 이를 위해서는 USN(Ubiquitous Sensor Network) 환경이 갖춰져야 한다. USN 환경에는 일반적으로 타겟 지역에 다양한 센서를 장착한 센서들을 사용하여, 사건을 감지하고 네트워크로 통해 싱크 노드로 전달되며, 이 정보를 다시 미들웨어 또는 서버로 전송한다. 전송받은 정보는 응용프로그램에 알맞게 처리되어 다양한 서비스(국방, 항공, 유통, 산업, 보안, 재난, U-care 등)로 활용이 가능하다. 또한, USN 환경에 사용되는 모듈의 비용 및 대규모 경우의 설치비, 유지관리 비용이 증가함에 따라 배터리 소모를 최소화해야 한다. 이를 실제로 실험하기위해서는 센서 노드에 대한 비용, 프로그램 탑재를 위한 시간, 정보 로깅을 위한 디버깅, 정보 분석을 위한 트레이싱, 다른 통신 장비를 통한 외부 간섭 등을 고려해야 하며, 그 비용도 무시할 수 없다. 하여 수명을 연장하기위해 프로토콜 설계 및 검증을 위한 도구로 GloMoSim[1], SNetSim[2], ATEMU[3], QualNet[4], NS2[5], EmStar[6], TOSSIM[7], J-Sim[8], AVRORA[9], SWANS[10] 등의 다양한 종류의 시뮬레이터들이 개발되었다.

하지만, 다양한 시뮬레이터가 있음에도 불구하고, 수행속도가 현저히 느리거나, 대규모 및 소규모에 네트워크에 대한 처리가 미흡하고, 한정적 센서노드 정보를 가지고 시뮬레이터가 동작하여 매우 제한적인 결과만을 얻게 된다. 또한, 센서노드의 coverage 및 이동 객체, 장애물 문제를 동시에 고려하고 있지 않다.

이에 본 논문에서는 실제 지형과 매핑 가능한 GML을 사용하고, MSN(Mobile Sensor Node)와 FSN(Fixed Sensor Node) 두 가지 상황에 대해 타겟 지역 설정을 한 후, 센서에 대한 범위 및 기본정보를 입력받아 효율적인 센서 배치를 도출하기 위한 IS_WSN을 제안한다.

2. MSN과 FSN

2.1 MSN

MSN는 USN 환경에서 타겟 지역을 효율적으로 관리하기 위해 센서 노드들은 스스로 이동되어야하기 때문에 모바일 로보틱스에서 이동에 많이 사용되는 Potential Field[11]를 이용한다. 또한, MSN는 서로 connectivity 및 coverage를 최대화하기 위해서 밀고 당기는 힘 및 이를 유지하는 것이 중요한 안건이다.

본 논문에서는 MSN의 coverage를 최대화함과 동시에 connectivity를 유지하기 위해 [12]의 수식을 응용하여 밀고 당기는 두 힘을 구하고, 장애물 회피를 위한 힘을 구하여 세 가지 힘을 사용하여 다음 위치를 선정한다[13].

2.2 FSN

FSN은 USN 환경에서 배치된 센서 노드에 대한 구성된 전체 네트워크의 수명을 예측하기 위해서 터미널 노드

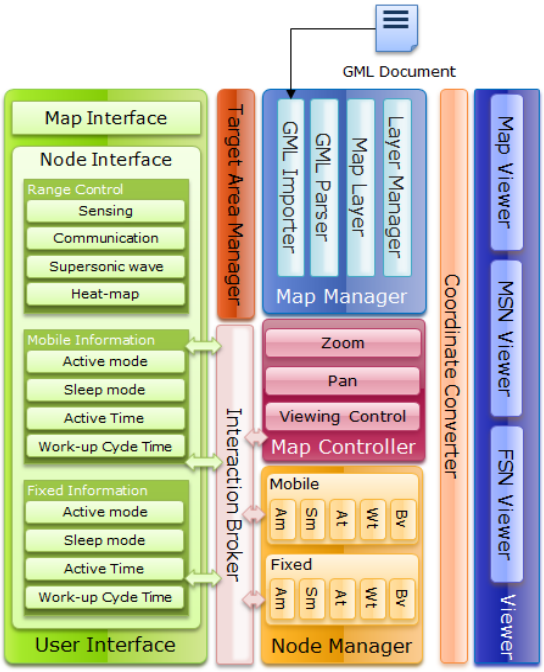
* 본 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업의 지원을 받아 수행된 것임 (2012R1A1B6000534)

에서 임의적으로 센서의 탐지 이벤트를 발생시키는 형태로 동작하고 있다. 이는 실제 필드에 구성하는 USN의 동작과 다소 상이하다.

본 논문에서는 구성된 네트워크의 예상 수명을 예측하기 위해서 실제 센서 네트워크와 유사한 운영 환경을 생성하고, 능동적으로 이벤트를 발생시킴으로써, 전체 네트워크의 수명 및 잔여 에너지량을 확인한다.

3. IS_WSN의 설계

IS_WSN은 User Interface, Interaction Broker, Map Manager, Map Controller, Target Area Manager, Node Manager, Coordinate Converter, Viewer로 구성되며, (그림 1)은 전체 구성도이다.

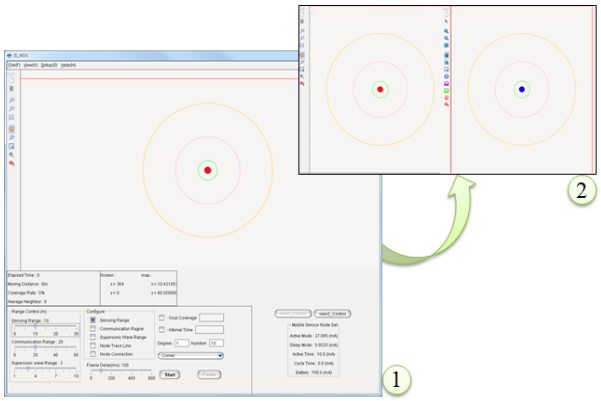


(그림 1) IS_WSN의 Architecture

User Interface Component는 사용자로부터 IS_WSN의 초기설정을 위한 MSN(Mobile Sensor Node) 및 FSN(Fixed Sensor Node)과 Map에 대한 정보를 입력받기 위한 인터페이스를 제공한다. Interaction Broker Component는 User Interface에서 받은 설정을 Map Controller 및 Node Manager에 보내주기 위한 브로커 역할을 한다. Map Manager Component는 GML Importer를 통해 타겟 지형에 대한 GML 문서를 읽어 들이고 GML Parser를 통해 분석한 후, Map Layer에서 장애물에 대한 Map Object들을 생성하여 Map Manager로 보낸다. Layer Manager에서 분석된 지형 정보에 대한 관리를 한다. Map Controller Component는 Layer Manager에 있는 지도들에 대한 확대, 축소, 영역확대, 이동 등의 사용자의 입력을 받을시 제어 및 결과를 Coordinate Converter를 통해 Viewer에 출력하는 역할을 한다. Target Area Manager Component는 읽어 들인 GML 문서에 대하여, 관찰이 필요한 타겟 지역을 설정한다. Node Manager Component는 User Interface에서 사용자로부터 입력받은 MSN과 FSN에 대한 정보를 적용 및 배치하고, Map Manager에 정의된 장애물과 Tager Area Manager에 정의된 타겟 지역이 상호작용하는 센서 노드들을 생성하고 동작 시킨다. 또한, MSN과 FSN에 대하여 배터리 잔여 및 예상 수명에 대한 통계를 계산한다. Coordinate Converter Component는 지형과 노드들의 동작 상황에 대한 데이터를 Viewer에 보내는 역할을 한다. Viewer Component에서는 Coordinate Converter를 통해 전달받은 데이터를 MSN과 FSN에 대하여 사용자에게 효율적인 배치 도출을 위한 가시화를 제공한다.

4. IS_WSN 구현

(그림 2)는 IS_WSN의 초기 가시화 화면으로써, MSN에 대한 View(①)이다. (그림 2)내의 우측(②)은 사용자가 MSN과 FSN을 동시에 구동하기 위해 시뮬레이터를 설정하였을 경우 화면이다.

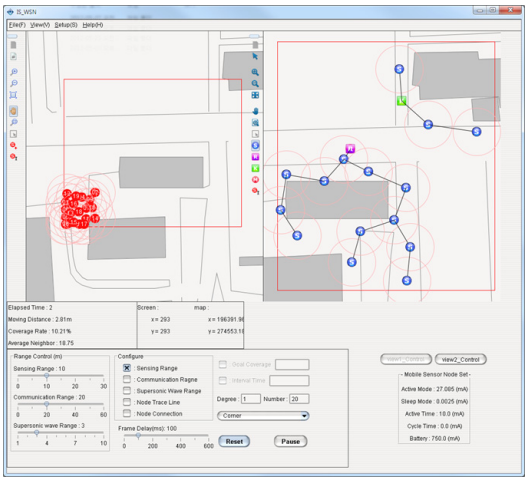


(그림 2) IS_WSN의 View

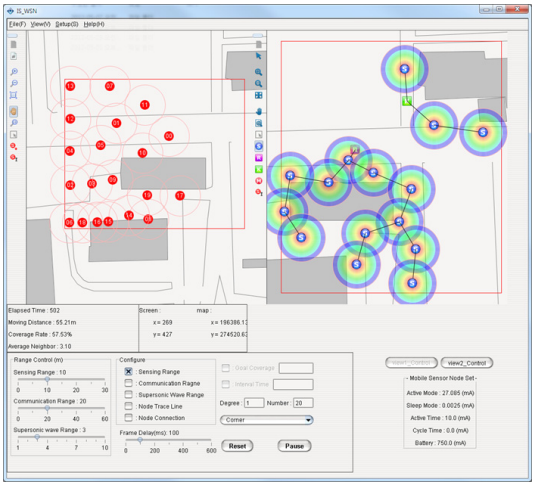
IS_WSN의 화면 구성은 MSN과 FSN의 동작에 대한 전류 소모의 값과 배터리의 크기 및 동작 View의 선택을 받는 상단의 Menubar, 화면 중앙에서 지도와 센서 노드들의 정보 및 배치 상태를 가시화하는 Viewer, Viewer에 나타내기 위한 지도 입력 및 지도에 대한 확대, 축소, 센서 노드의 추가를 위한 Viewer 좌측의 Toolbar, 그리고 각 MSN Viewer와 FSN Viewer에 대한 센서 노드들의 내부적인 설정 및 센싱 적용 범위를 설정하는 하단의 Control View로 구성된다.

(그림 3)은 IS_WSN에 GML문서를 읽어 들인 후 센서 노드를 설정하고 작동시킨 초기화면이다.

(그림 4)는 (그림 3)의 배치 상태가 완료된 모습으로 화면 중앙의 좌측의 MSN 경우에는 장애물을 회피하고 배치된 상태이며, 우측은 FSN의 센싱 범위에 따라 heap-map이 적용된 화면이다.

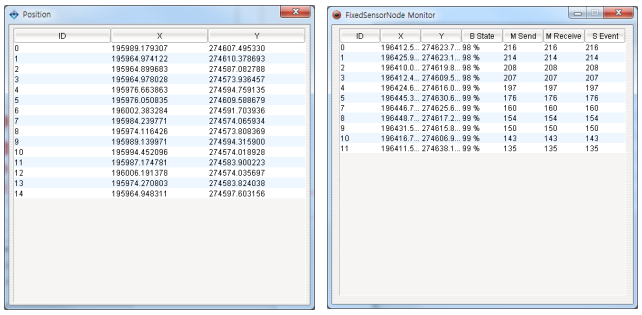


(그림 3) IS_WSN의 구동 화면



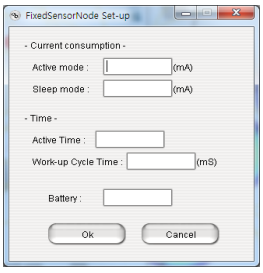
(그림 4) IS_WSN

(그림 5)는 (그림 4)의 MSN에 대해서 배치된 노드들에 대한 지리적 좌표 값을 보여주는 Position View와 FSN의 배치된 노드들에 대한 배터리의 수명 및 이벤트 발생 정보를 나타내는 Monitor View를 보여주고 있다.



(그림 5) Position View(좌)와 Monitor View(우)

(그림 6)은 FSN에 대해 전류 소모량 및 동작시간, 배터리의 크기를 설정한다. 설정에는 Active mode와 Sleep mode인 경우의 전류 소모량과 동작하는 시간에 대한 Active Time, 동작시작에 대한 주기를 설정하는 Work-up Cycle Time, 그리고 배터리의 크기를 설정하여 단일적인 센서만이 아닌 사용자 임의의 센서 및 동작 설정이 가능하다.



(그림 6) FSN Set-up

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서 설계한 IS_WSN은 실제 지형과 매핑 가능한 GML 문서를 통해 개체를 가시화하고 장애물 여부 판단을 기반으로 coverage를 최대화하여 효율적인 센서 배치를 할 수 있도록 제공하는 Mobile Sensor Node에 대한 View와 사용자의 자율적 입력 배치 및 센서 정보의 입력에 대해 구성된 센서 노드들의 네트워크에 대해서 배터리 수명 및 잔여량 확인을 통해 효율적인 자리 배치인지 판단할 수 있는 Fixed Sensor Node에 대한 View를 제공하여 사용자에게 효율적인 센서 자리 배치를 도출할 수 있도록 한다.

향후에는 IS_WSN을 기반으로 네트워크 구성시 다양한 실험을 하기위해 현재의 프로토콜을 적용할 수 있도록 할 뿐만 아니라, 효율적인 프로토콜을 적용하도록 하기 위해 연구하고자 한다.

참고문헌

[1] GloMoSim. http://pcl.cs.ucla.edu/projects/glomosim

[2] SNetSim,"http://www.dho.edu.tr/enstitunet/snetsim“

[3] Jonathan Polley, Dionysys Blazakis, Jonathan Mc G-ee, Dan Rusk, John S. Baras, "ATEMU: A Fine-gra ined Sensor Network Simulator", Sensor and AdHoc Communications and Networks, 2004.

[4] Qualnet. http://qualnetworld.com/

[5] The Network Simulator - ns -2. http://www.isi.edu/ nsnam/ns/

[6] L. Girod, J. Elson, A. Cerpa, T. Stathopoulos, N. R-amana than, and D. Estrin, "EmStar: a Software En vironment for Developing and Deploying Wireless Sensor Networks", In Proceedings of the USENIX Technical Conference, 2004.

[7] Philip Levis, Nelson Lee, Matt Welsh, and David C-uller," TOSSIM: Accurate and Scalable Simulation of Entire TinyOS Applications", In Proceedings of SenSys'03, First ACM Conference on Embedded Ne -tworked Sensor Systems, 2003.

[8] "J-Sim : A Simulation and Emulation Environment

for Wireless Sensor Networks." http://www.j-sim.org/v1.3/sensor

[9] Ben Titzer, Daniel Lee, and Jens Palsberg," Avrora: Scalable Sensor Network Simulation withPrecise Timing", In Proceedings of IPSN'05, Fourth International Conference on Information Processing in Sensor Networks, Los Angeles, 2005.

[10] Java in Simulation Time/Scalable Wireless Ad hoc Network Simulator. http://jist.ece.cornell.edu/

[11] Michael A. Goodrich, "Potential Fields Tutorial," http://www.ee.byu.edu/ugrad/srprojects/robotsoccer/papers/goodrich_potential_fields.pdf

[12] Sameera Poduri and Gaurav S. Sukhatme, "Constrained coverage for mobile sensor networks, IEEE International Conference on Robotics and Automation", pp. 165 - 172, May 2004.

[13] Chang-Wu Lee, Heon-Jong Lee, Youn-Hee Han, Young-Sik Jeong, "Mobile Sensor Network Simulator for efficiency Coverage", 한국정보처리학회 추계학술발표논문대회 논문집, vol. 16, pp. 131-132, 2009